JAXA's

［ジャクサス］ December 2010
宇宙航空研究開発機構機関誌

No.035

JAXA's No.035
宇宙航空研究開発機構機関誌

CONTENTS

表紙：筑波宇宙センター展示館の地球のオブジェを背景に立つ準天頂衛星システムプロジェクトチームの寺田弘慈プロジェクトマネージャ

INTRODUCTION

1970年2月、日本の宇宙開発の歴史が幕を開けました。日本初の人工衛星「おおすみ」の打ち上げです。今年で40周年を迎えた「おおすみ」プロジェクトについて、深く関わった東京大学名誉教授の林友直先生に、当時の熱気を振り返ってもらいました。あわせて「おおすみ」から「みちびき」まで、宇宙へ旅立った人工衛星を一挙公開。私たちのたゆみない前進の成果をご覧ください。そんな人工衛星のうち、「あかつき」「イカロス」「HTV(こうのとり)」の部品を手がけた町工場に取材。日本を支える高い技術力が、宇宙開発をも支えていることを読みとっていただければ幸いです。そしていよいよ12月からは「みちびき」を利用した実証実験が始まります。JAXAや民間企業が取り組む実験について、寺田弘慈プロジェクトマネージャや、衛星利用推進センターのメンバーに話を聞きました。よりよい暮らしを生み出すために、「みちびき」にかける意気込みをご紹介します。

農業、観光、防災……
あらゆる分野に広がる
準天頂衛星の可能性

宇宙から日本の暮らしをみちびく

人々の生活にとってGPSは欠かせないインフラの1つとなっている。
しかし、GPSも完全ではない。ビルの建ち並ぶ都市部では、
ビル壁での反射によってGPSでの測位結果に大きなずれが生じることもあるなど、
いくつかの問題点も指摘されている。
JAXAは、9月11日に準天頂衛星初号機「みちびき」の打ち上げに成功した。
今後、「みちびき」が実証実験を経て実用できれば、
GPSによる位置精度を上げることや、ヨーロッパが打ち上げを予定している
測位システムGalileo(ガリレオ)とも連携し、さらに位置精度や
信頼性を上げるなどのサービス向上も可能となる。
日本のインフラとしての期待も大きい準天頂衛星プロジェクトについて、
寺田弘慈プロジェクトマネージャと「みちびき」データ利用推進を担当する
プロジェクトメンバーに話を聞いた。

寺田弘慈
TERADA Koji
準天頂衛星システムプロジェクトチーム　プロジェクトマネージャ

これからの日本にとって測位衛星は不可欠な存在

――測位衛星の意義を教えてください。

寺田　測位衛星と言えば、GPSがすぐに思い浮かぶでしょう。GPS利用の代表はカーナビですが、実はもっと深く社会のシステム、インフラに組み込まれています。たとえば、インターネットのサーバーや電力システムの時刻合わせにも、GPSの時刻が利用されつつあります。日本は現在、そうした重要なシステムを完全にGPSに依存していますが、ヨーロッパやロシア、インド、中国といった、いわゆる宇宙先進国は独自の測位システムが必要であると考えています。GPSのように社会インフラとして整備するかどうかは別にして、宇宙先進国として、あるいは技術立国として日本も測位技術を持つべきでしょう。衛星測位システムを社会インフラとして活用する前の基本技術、核となる技術をJAXAが獲得するために、「みちびき」が重要だと考えています。

――日本で新しい測位衛星を打ち上げようという計画はいつごろから始まったのでしょうか。

寺田　2001年に経団連が測位情報と通信放送を融合したビジネスを発案し、03年ごろから国が測位ミッションを、民間が通信放送ミッションを行うという枠組みでスタートしました。JAXAにおける測位ミッションの研究開発も、そのころからスタートしました。その後、06年に通信放送ミッションがビジネスとして成立しないということで民間は撤退したのですが、前述のように測位ミッションはインフラとして国が持つべき重要な技術であるということから、国が主になって行うことになりました。そして、研究開発4省が技術実証を行い、利用する立場で民間が参画するという新しい枠組みで再スタートしました。

――準天頂衛星に関わっている国の機関の中でJAXAの役割とは何でしょうか。

寺田　「みちびき」をはじめとする準天頂衛星システム計画は、JAXAだけでなく、日本の主要な研究所が参画しているオールジャパン体制になっています。その中でJAXAが担う役割は、「地理空間情報活用推進基本計画」できちんと決められていることなのですが、準天頂衛星初号機を使った技術実証と整備・運用となっています。

――「みちびき」を使った実証実験を行うということですね。

寺田　そうです。JAXAが中心となって衛星システムと地上系の整備運用を行い、GPS衛星と同じ役割を持たせる「GPS補完」などの技術実証を行います。その他には、情報通信研究機構（NICT）が時刻比較の実験を行いますし、電子航法研究所（ENRI）が移動体向けに1m以下の誤差とする高精度測位補正技術の研究を、国土地理院が測量向けにcm級の高精度測位技術の研究をそれぞれ行います。JAXAでは07年1月にプロジェクトチームが発足、10年9月には打ち上げという、ものすごく短いスケジュールで開発したことが、このプロジェクトチームの特徴だと思います。

スケジュールとの戦いの中で決断を迫られる

――スケジュールに合わせるために、衛星の開発にはどのような工夫がなされたのでしょうか。

寺田　厳しいスケジュールに合わせて、たとえば「きく8号」に使われたバスを採用するといった非常に確実な方法をとっています。できるだけ設計変更を少なく、実証された部分を大切に、準天頂衛星の機能を追加しています。準天頂軌道は静止軌道と異なり、通常の姿勢制御では太陽電池から十分な電力を得られません。そこでヨーステアリングという姿勢制御を行います。こうした課題をクリアしつつ、確立された技術を十分に活用して、できるだけ短期間で確実に開発することがコンセプトでした。

――スケジュールで苦労されたようですが、打ち上げが1カ月延期されてしまいました。

寺田　外国の衛星で起きた不具合の原因究明中に、リアクションホイールの回転支持部に使われた潤滑剤に不純物が混入していることが判明して、同じロットの潤滑剤が「みちびき」に搭載されているリアクションホイールにも使われているという通知があったのです。それが確か6月17日で、打ち上げまで2カ月を切っている。「みちびき」の打ち上げの予備期間は、H－ⅡBの打ち上げが冬に控えているので9月末を超えることはできません。

しかし、そのままでは10年の寿命を保証できない。代替のリアクションホイールはすぐに入手できないということで、さんざん米国のメーカーとやりとりした結果、1カ月で改修することを約束してもらい、なんとか7月末に改修を終え、種子島に輸送してもらいました。その間は、本当にひやひやしていました。

――もしかしたら打ち上げ期間に間に合わなくなる可能性もあったのですね。

寺田　はい。木曜日にどのような方策を取るかの選択を突きつけられて、金曜日の夕方にはJAXA全体での方向が決まりました。プロジェクトマネージャとして決断した後、ロケットなどいろいろな関係者と調整し、また、関係機関や関係府省に説明しなければなりませんでした。そして翌週水曜日には打ち上げの見通しを持った上で、宇宙開発委員会への報告と記者発表を行いました。一週間足らずでスピーディに決断したことが、結果的に功を奏したと言えます。すばやく決定したため、メーカーもリソースを優先的に回してくれました。遅くなったら1カ月での改修はできなかったでしょう。このプロジェクトは全体的にスピード感があふれているのですが、特に7月8月のスピードはすごいものでした。

チームワークで乗り越えた経験を次へつなげる

――国内メーカーとの開発体制は順調に行われたのでしょうか。

寺田　全体をJAXAが取りまとめましたが、プライムメーカーとしては三菱電機、測位系や地上系はNECが担当しています。それに加えて、NICTなどの機器も搭載していますので、インターフェースはとても複雑になっています。いろいろと調整も必要でしたが、メーカー同士もチームワーク良くできました。チームが全体的に若いメンバーで構成されていたので、やり遂げるというモチベーションが高かったことも要因だと思います。

――2号機や3号機の開発には初号機の経験が活かされるのでしょうか。

寺田　全く同じモノを作れということになれば、あとは部品の調達ができればすぐにでもできます。改修する点があったとしても、基本的な機能は変わらないでしょうから、初号機の技術はほとんどの部分を使うことになると思います。

――実証実験はいつごろから開始されるのでしょうか。

寺田　10月19日から高い電圧の掛かる機器を立ち上げて一部の電波の送信を開始し、26日にすべての電波を所定の出力まで上げました。ただ、最初は単なる電波なので、信号の精度も保証されません。測位システムとして実際に使えるようにするためには、信号の精度を上げていく作業が必要になります。それには、正しい時刻と正しい軌道、つまり、極めて正確に管理された時刻と、極めて正確に衛星がどこを飛んでいるかの情報を電波に乗せて送信する必要があり、そのためには打ち上げ後、6カ月から9カ月くらいはかかると思います。

――初号機だけでも実験はできるのでしょうか。

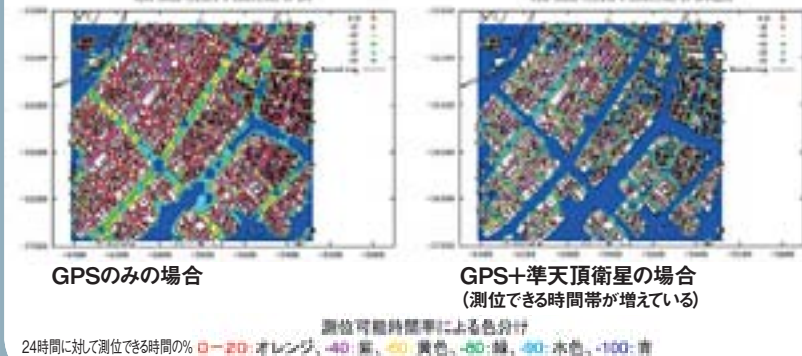
寺田　準天頂衛星が3機揃えば24時間、日本上空をカバーできますが、1機だけでも8時間は日本上空にあるので、時間は限定されますが実験はきちんと行えます。

JAXAとしては「みちびき」により、2号機、3号機を整備するに足る技術開発は行えたのではないかと思っています。今後、2号機、3号機を整備するのか、あるいはGPSに頼らない我が国独自のシステムを整備するのかが検討されますが、このような時代の要請には十分応えられると思っています。

準天頂衛星

準天頂衛星は日本のほぼ真上にあるので電波が遮られにくい。

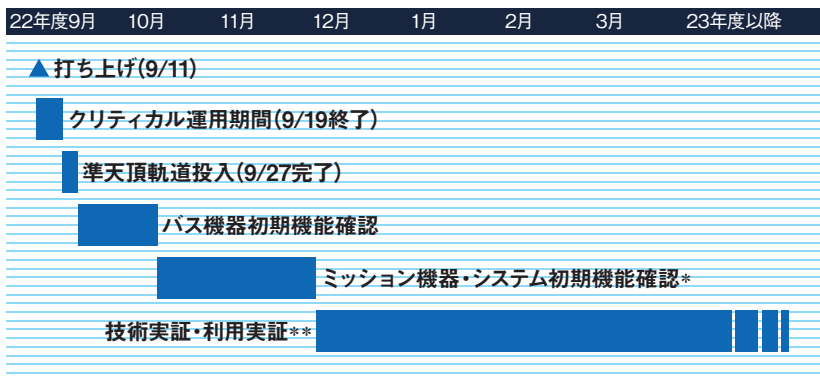
GPS衛星
GPS衛星
「GPS衛星と同等の信号」
「GPSを補強する信号」
GPS利用者（カーナビなど）

都市部でのアベイラビリティ増大例（東京銀座地区3Dシミュレーション）

常に日本の天頂にGPSと同じ役割を持つ準天頂衛星があれば、GPSだけで測位した場合よりも高いアベイラビリティ（測位をするために必要な、4機以上の衛星をとらえることができる時間率または所定の測位精度が得られる時間率）や、よりよい衛星の幾何学的配置（測位をする時に利用する、衛星の幾何学的な配置。この幾何学的配置が悪い時＝衛星が同じ方向に固まっている場合は、ユーザーの測位精度が悪くなってしまう）が得られ、より高い精度を得ることが可能になる。

今後の「みちびき」運用スケジュール

＊JAXAと関係研究機関(NICT、ENRI、GSI、AIST)が協力して実施
＊＊JAXA、関係研究機関及びSPAC等利用実証機関が実施

22年度9月　10月　11月　12月　1月　2月　3月　23年度以降

▲打ち上げ(9/11)
クリティカル運用期間(9/19終了)
準天頂軌道投入(9/27完了)
バス機器初期機能確認
ミッション機器・システム初期機能確認＊
技術実証・利用実証＊＊

街で、山で、「みちびき」を使った実証実験がいよいよスタート

準天頂衛星初号機「みちびき」に搭載されている測位システムの実証実験は、JAXAの重要な任務の1つである。
実証実験を主導するのは、宇宙利用ミッション本部準天頂衛星システムプロジェクトチームと、衛星利用推進センターとなる。
技術実証実験のうち、「みちびき」によるGPS測位性能改善を、小型の受信機を使って日本全国で検証する
実証実験を計画中の衛星利用推進センターメンバーに、今後の予定などをきいた。

技術実証実験は12月中旬ごろから開始予定

小暮聡
KOGURE Satoshi
衛星利用推進センター／準天頂衛星システムプロジェクトチーム　主任開発員

「みちびき」はJAXAがかかわる他の衛星よりも、ずっと身近に使っていただける可能性がある衛星だと思っています。私たち衛星利用推進センターは、日本全国で「みちびき」の効果を検証する実験の準備を進めていますが、民間企業の方々が受信機の準天頂衛星システム対応を進めるお手伝いをさせていただいたり、実際のデータ取得を行う際に多くの方々のご協力をいただいたりすることによって、できるだけ多くの皆さんに「みちびき」を使っていただける機会を増やしていきたいと考えています。

JAXA開発の受信機は、実験用ということで重さが30kg近くあり、歩行者による移動中のデータ取得や山間地や森林内などでの実験には不向きです。これは、もともとの実験計画が、モニタ局での受信データを主に使う計画だったためなのですが、できるだけ多くの場所、多くの利用形態を想定して受信実験をしたいということで、現在、市販のGPS受信機をベースにした小型で携帯可能な準天頂対応受信機の開発を行っています。受信機のソフトウェアを準天頂衛星に対応したソフトウェアに書き換えることで、「みちびき」の信号とGPSの信号を併せて測位ができるようになります。

1つは衛星測位利用推進センター（SPAC）が開発しているSDカードサイズの受信機で、このカード型受信機と受信したデータを記録するデータロガーと組み合わせて技術実証を行います。

もう1つは、一般の受信機よりも高精度な測位ができる測量用の受信機で、準天頂衛星が発信する6つの信号のうち、5つの信号を受信して精密測位も含めたさまざまな測位方式の技術評価を行います。

実証実験は、JAXAや関係研究開発機関が行う技術実証と、文部科学省が取りまとめて民間及び利用省庁が行う利用実証に分類され、民間の利用実証についてはSPACがとりまとめています。（利用実証の内容はコラム参照）

私たちが行う技術実証実験において、データロガーを用いた移動観測では、配送業者やタクシー業者といった企業の他、各地の林野環境事務所などの林業関係者の方々や、教育プログラムとして高校生の皆さんにデータ収集に協力いただく予定です。技術実証実験は12月中旬ごろから開始する予定ですが、私たちが担当する実験については、受信機の準備が整う来年1月以降、定点観測などを行う場合には精度が必要になりますので、「みちびき」での測位精度がある程度向上した時点から実験を開始することになります。

効果をしっかり提示し利用を推進する

山下二郎
YAMASHITA Jiro
衛星利用推進センター
主任開発員

2009年の10月に「みちびき」の利用推進チームが正式に立ち上がって以来、国内での技術実証実験の推進を担当しています。準天頂衛星の効果が期待できる機関、組織の方々とお会いして、実験への参加協力等をお願いしています。山間部で測量する場合などは、GPS信号を受信するにも地形や樹木が邪魔になる場合があり、準天頂衛星に期待する声を多く聞いています。

今後、実験に協力していただける皆さんと一緒に、準天頂衛星の効果を確認し、的確に提示していければと考えています。そうすれば、民間のメーカー等が準天頂衛星の市場に一層注目するようになり、「みちびき」対応の受信機がどんどん作られるきっかけになるのではないでしょうか。そうなることが、利用推進の最大の成果ではないかと思います。

準天頂衛星の利用を世界に促進していく

館下博昭
TATESHITA Hiroaki
衛星利用推進センター
開発員

アジア・オセアニア地域での準天頂衛星やマルチGNSSを使用した実証実験を担当しています。2010年1月には、タイのバンコクで第1回のワークショップを行い、11月にはオーストラリアのメルボルンで第2回ワークショップを開催しました。第1回のワークショップでは、開催地であるタイ、それから準天頂軌道にかかるオーストラリア、日本に近く、天頂付近から準天頂衛星の信号を受信できる韓国の他に、アジア各国やアメリカ、ロシア、ヨーロッパなどといったGNSSを持つ、あるいは持つ予定の国々の方々に参加していただき、大変好評を得ました。今後、関心を示しているオーストラリアや韓国など、実験協力など連携を深めていきたいと考えています。

実験を通じ「みちびき」との繋がりを感じてほしい

若林野花
WAKABAYASHI Yaka
衛星利用推進センター
主事補

全国で準天頂衛星の効果を検証する実験を行うための、準天頂衛星に対応した受信機の整備を担当しています。現在は、来年1月ごろから開始予定の技術実証実験に使用する受信機やデータロガーの整備を受け持っています。データロガーには、「みちびき」の信号を受信すると光るインジケーターがあるのですが、インジケーターが光ると、「みちびき」を使っていることが実感できると楽しみにしています。実験に協力していただく皆さんにも、そんなふうに宇宙の「みちびき」とつながっている、「みちびき」を実際に使っていると感じてもらえればうれしいです。

測量用のアンテナと受信機。ソフトウェアを書き換えることで、準天頂衛星に対応する

「みちびき」を利用した民間各社の利用実証例

見守り安心システムに利用

日立製作所

登下校中の児童や高齢者の現在位置を、保護者が把握するための見守りシステムに「みちびき」からの信号を利用するための実証実験を行う。すでにGPS機器を内蔵した携帯電話等で利用されている見守りシステムでは、特に都市部においてビルなどによる反射のため、位置情報に大きな誤差が出る場合がある。準天頂衛星からの信号を利用することで、GPS情報の補完および補強を行い、位置測定が可能な場所や時間帯を増やすと共に、サブメートル級の位置測定を実現することが可能となる。

農業分野への活用

日立造船

農業分野における農機の自動制御に「みちびき」を活用し、北海道大学をはじめとする学術研究機関と連携した精密農業の実証実験を行う。現在、実用化されている農業機械の制御では４つのGPS衛星が利用されているが、「みちびき」を利用することで運転中断時間を減らし、さらに高精度な測位が可能となる。無人の農機を自動で運転する技術、高精度かつ安定した自動走行技術が確立されれば、高齢化が進む農業分野において農作業の効率化による生産性の向上や安全性の向上が期待できる。

観光案内システムの構築

三菱スペース・ソフトウェア

同社の持つ電子観光ガイドと「みちびき」による高精度の位置測定技術を組み合わせた観光案内システムの構築を目指す。電子観光ガイドでは、GPSによる位置情報とインターネットを利用した通信サービスにより、利用者の現在位置から利用できる名所旧跡やレストラン、レジャースポットなどの観光案内を閲覧できる。

神奈川県鎌倉市などの観光地で、「みちびき」の信号を利用した位置測定を行い、史跡や店舗の前に立つと史跡の案内や店舗のメニューなどが表示されるようにする。また、ツイッターへの書き込みや、同じ場所に関する書き込みを閲覧する機能も付加する予定。

災害時の情報提供

NTTデータ

「みちびき」の防災システムへの応用を計画している。たとえば、津波などの災害が発生した場合、警戒警報が発令された対象地域に対し、位置情報や避難勧告などの防災情報を即時に発信できる。「みちびき」が送信するL1-SAIF信号は、低速ではあるものの全国一様に送信が可能であり、また、簡易な測位端末でも受信できるという特徴を持つ。この技術が実用化できれば、携帯電話だけでなくカーナビなどの端末にも防災情報を提供できるようになる。

「みちびき」が生み出す未来

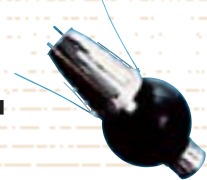
交通安全への貢献

正確な位置情報を活かした走行支援サービスを構築し、「事故防止」「渋滞回避」「走行ルートの最適化」などを行うことが可能に。ガソリン消費量やCO_2排出量削減にも貢献。

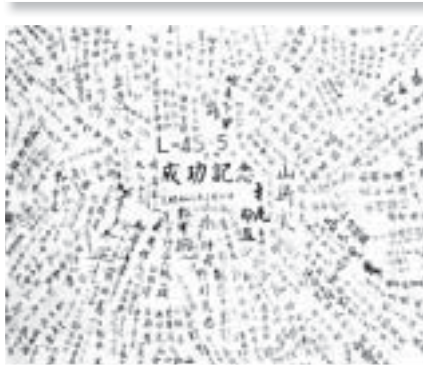
災害時の緊急情報の提供

GPS、「みちびき」に対応した携帯電話などで、緊急情報を受信することができるようになる。

レジャーへの応用

話題のスポットが集中している都心への観光や、峡谷や森林のトレッキングでも位置情報などのサービスが利用しやすくなる。

日本初の人工衛星「おおすみ」打ち上げから40周年

1970年2月11日、日本初の人工衛星「おおすみ」が鹿児島宇宙空間観測所から打ち上げられ、日本の宇宙開発が幕を開けました。ロケット姿勢制御から軌道投入まで、人工衛星打ち上げ技術の基礎を確立した「おおすみ」。プロジェクトに深くかかわった東京大学名誉教授林友直先生に、当時のプロジェクトを振り返っていただきました。

▶「おおすみ」のノーズフェアリングかぶせ（ラムダロケットセンター）

林友直
HAYASHI Tomonao
東京大学名誉教授、宇宙科学研究所名誉教授、工学博士

――今日は「おおすみ」についてお話をうかがいます。ずいぶん昔のことですが、よろしくお願いいたします。

林　私が宇宙の分野に足を踏み入れたのは1965年のことでした。その前は東京大学工学部電子工学科におりました。ロケットの性能がだんだん上がってきて、計算のうえでは人工衛星の打ち上げが可能になってきたころです。当時日本には人工衛星を専門に研究している人はいなかったので、当時の東京大学宇宙航空研究所（現在のJAXA宇宙科学研究所）に来ないかというお話が私にあったのです。すでにラムダシリーズのロケットが開発されていて、その4段編成の1号機L-4S-1の打ち上げから参加しました。ところが、1号機、2号機、3号機、4号機と1年に1回位の割合で打ち上げたのですが、うまくいきませんでした。そして5号機でやっと「おおすみ」が打ち上がったというわけです。

――70年2月11日のことでしたね。ここにその時の記者会見の写真があります。（9ページ参照）

林　玉木章夫先生、野村民也先生、齋藤成文先生、平尾邦雄先生、京都大学の前田憲一先生、そして森大吉郎先生、この6人の先生方が記者会見に臨まれました。このうちご存命なのは齋藤先生だけになりました。このインタビューを受けるにあたって、齋藤先生のコメントを頂ければありがたいとお願いし、電話で頂きました。今日はそれを踏まえた上で、お話をしたいと思っています。この記者会見の時に齋藤先生は「これで日本としてはちょうど中学校の入学試験に入ったような気持ちです」と表現されました。「おおすみ」が打ち上がったころには、アメリカではすでにアポロ宇宙船が月面の画像を送って来る時代でした。ですから大変出遅れてしまったわけなのですが、これからたくさん勉強しなくてはいけないという気運はみなぎっておりました。

同じ釜の飯を食べ課題を乗り越える

――それにしても失敗が続きましたね。

林　この時、4号機でもうまくいかなかったので、5号機の前にL-4Tというロケットも打ち上げました。これは衛星打ち上げを目指さず、飛行途中のデータをきちんと取るために打ち上げたものです。あのころを振り返ってみますと、実に次から次へと問題が出てきました。段と段の結合の仕方が悪かったり、分離の仕方に問題があったり、下の段が燃え終わっても推力が残っていて、先に切り離した衛星に追突したり。そういう問題を1つずつ解決していって、技術力が付いたわけです。自分たちの手で解決したというのが、その後の成長にとって非常に役に立ったと思います。次にその間違いを繰り返さないようにしさえすればいいわけですから。それを勉強したという意味では、大変貴重な教材であったといえます。

――初めてのことばかりで苦労されたのではないですか。

林　当時の宇宙研は東京大学付置の研究所で予算規模も小さいものでした。大学に属していたということもあり、いろいろな意見をお持ちの方も多い中で、知恵を働かせて頑張ったわけです。当時宇宙という分野を専門に手がけている企業はありませんでしたから、企業の人たちと一緒に考えるという風土が生まれました。今はお金にはならないかもしれないけれども、これで勉強していけば必ず後で役に立つと納得した上で、わずかな予算で協力していただきました。打ち上げる場所は鹿児島県大隅半島の内之浦で、組み立てから打ち上げまで大変長い期間かかりました。実験班員はグループごとに分宿し、同じ釜の飯を食べながらの親しい付き合いをしておりました。大変良き時代でした。今でもこの仲間たちとは、よく集まっております。

人工衛星打ち上げ技術の基礎を築く

――「おおすみ」の衛星本体についてうかがいたいのですが。

林　「おおすみ」の写真を見ると、黒い球が目立ちますが、これは推薬が入っている第4段ロケットです。その上が衛星の部分で、電池とテレメトリーデータの送信機と温度、分離などの計測装置が乗っていました。ロケットは切り離さずに、軌道に乗せました。推薬が燃え終わると全体で24kgくらいです。軌道傾斜角31度くらいのずいぶん細長い軌道に入りました。働く時間は短いものでしたが、衛星本体は長い間地球を回り、大気圏に再突入したのは、2003年でした。

――人工衛星を作るときに難しかった点はどのようなところですか。

林　電源から送信機まで、ほとんど全部ですね。電波関係については、それまでの観測ロケットである程度の経験はあったのですが。装置の減量にはずいぶん苦労しました。軽くしすぎると今度は振動や衝撃に弱くなってしまいます。そこを考えながら遅くまで実験しました。なにしろ初めてのことなので、装置を納める箱にドリルで穴を開けて減量しながら実験をしたものです。

――「おおすみ」という名前はどういった経緯で決まったのでしょうか。

林　衛星が軌道に乗って、これなら大丈夫だと分かってから付けました。「おおすみ」の次に打ち上げられた「たんせい1号」以降は、実験班から愛称を募集する仕組みになりましたが、L-4S-5号機の場合は玉木先生が打ち上げに際してお世話になった場所である大隅半島にちなんで付けられたもので、爽やかな良い名前だったと思います。

――人工衛星になったと確認できたのはいつの時点だったのでしょうか。

林　これは実は、かなり早く分かるのです。衛星の電波の周波数やおおよその軌道をNASAに知らせておきます。NASAとはホットラインでつないであり、地上局で電波が受信されれば知らせてくれることになっていました。ですから、地球を1周して内之浦にもどってくる前に、NASAから知らせが入って、打ち上げ成功はわかりました。

――ラムダロケットの次にミューシリーズのロケットが登場するわけですね。

林　ラムダで実験している最中に、実は並行してミューロケットの開発が行われていました。ですから、それからは、ロケットはラムダからミューに変わり、科学衛星がほぼ毎年1機の割合で着実に打ち上げられるようになりました。森大吉郎先生、秋葉鐐二郎先生ほか、ロケット担当の先生方の努力が実り、M-Vまで進化を遂げております。

――ということはやはり、ミューロケットによる科学衛星打ち上げの時代を開くために非常に重要な役割を果たしたのが、ラムダロケットと「おおすみ」ということになりますね。

林　そうですね。「おおすみ」によって、ロケットの姿勢制御から衛星の軌道投入までの技術を一通り成功させました。こうした「おおすみ」の経験が次からの衛星打ち上げに完全に生かされて行ったわけです。

▶1970年2月11日13時25分、晴れ渡った内之浦の空へ「おおすみ」は旅立った

▼打ち上げ後、青空のもとで記者会見。写真左端の外にロケット担当の森大吉郎、続いてプロジェクトチームを率いた玉木章夫、実験主任の野村民也、電気関係部門担当の齋藤成文、衛星主任の平尾邦雄、科学観測担当の前田憲一、諸教授

▼打ち上げ成功を祝福する内之浦の人々

▲打ち上げ成功を記念した関係者の寄せ書き

「おおすみ」打ち上げまでの日本と世界の宇宙開発の動き

日本の動き / 世界の動き

- **1955年**
  - 4月　東京大学生産技術研究所が都下国分寺にてペンシルロケット水平発射成功
- **1956年**
  - 9月　K（カッパ）1型ロケットエンジン完成
- **1957年**（世界）
  - 1月　ソ連、スプートニク1号打ち上げ（世界初の人工衛星）
- **1958年**（世界）
  - 1月　米、エクスプローラー1号打ち上げ
  - 10月　米、航空宇宙局（NASA）設置
- **1961年**（世界）
  - 4月　ソ連、ボストーク1号打ち上げ（世界初の有人宇宙船）
- **1962年**
  - 2月　鹿児島宇宙空間観測所開設
  - 10月　能代ロケット実験場開設
- **1963年**
  - 4月　M（ミュー）ロケットの開発研究に着手
  - 8月　ラムダロケットL-2-1発射
- **1964年**
  - 4月　東京大学宇宙航空研究所発足
- **1965年**（世界）
  - 3月　アレクセイ・レオーノフが世界で初めて宇宙遊泳
- **1966年**
  - 7月　茨城県大洋村で大気球実験開始
- **1968年**
  - 7月　種子島宇宙センター開設
  - 9月　ST-160型ロケット1・2号機打ち上げ
- **1969年**
  - 7月　アポロ11号が人類初の月面着陸に成功（世界）
  - 10月　宇宙開発事業団（NASDA）発足
- **1970年**
  - 2月　人工衛星「おおすみ」打ち上げ

宇宙をめぐり未来をさぐる JAXAの星たち

あのよく晴れた1970年2月11日、日本人の作った物体が故郷の星を周回し始めた。私は27歳だった。あれから40年の節目を迎えて、日本の人工衛星／惑星探査機を一挙に眺めると、実に壮観である。関係者のみなさんは、個々のミッションへの限りない想いがこみ上げてくるであろう。地球周辺プラズマから数十億光年向こうの遥かな宇宙まで、地球と生き物たちの未来を守る大切な環境観測から日々の生活を豊かに便利にする宇宙利用まで、さまざまな衛星／探査機を打ち上げてきたものだ。そしてこうした先輩たちの技術の積み上げの上に、「はやぶさ」が宇宙往還の快挙を成し遂げた。宇宙への挑戦がこの国の人々の心を鼓舞している。この素晴らしい星に住むいのちを永遠に輝かせるために、これからも手を取り合って、私たちの全力を傾けて歩んで行こう。

技術参与 **的川泰宣**

①人工衛星名②打ち上げロケット③打ち上げ日

①超高速インターネット衛星「きずな」WINDS②H-ⅡAロケット14号機③2008年2月23日

①X線天文衛星「すざく」ASTRO-EⅡ②M-Vロケット6号機③2005年7月10日

①火星探査機「のぞみ」PLANET-B②M-Vロケット3号機③1998年7月4日

①宇宙実験・観測フリーフライヤ(SFU)/SFU搭載実験機器部(EFFU)②H-Ⅱロケット試験機3号機③1995年3月18日

①X線天文衛星「あすか」ASTRO-D②M-3SⅡロケット7号機③1993年2月20日

①放送衛星3号「ゆり3号-a」BS-3a②H-Iロケット7号機③1990年8月28日

①海洋観測衛星1号「もも1号」MOS-1②N-Ⅱロケット7号機③1987年2月19日

①ハレー彗星探査試験機「さきがけ」MS-T5②M-3SⅡロケット1号機③1985年1月8日

①通信衛星2号「さくら2号-a」CS-2a②N-Ⅱロケット3号機③1983年2月4日

①実験用静止通信衛星「あやめ」ECS②N-Iロケット5号機③1979年2月6日

①試験衛星「たんせい3号」MS-T3②M-3Hロケット1号機③1977年2月19日

①試験衛星「おおすみ」②L-4Sロケット5号機③1970年2月11日

①温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」GOSAT②H-ⅡAロケット15号機③2009年1月23日

①光衛星間通信実験衛星「きらり」OICETS②ドニエプルロケット③2005年8月24日

①H-ⅡAロケット性能確認用ペイロード(VEP-2)②H-ⅡAロケット試験機1号機③2001年8月29日

①静止気象衛星5号「ひまわり5号」GMS-5②H-Ⅱロケット試験機3号機③1995年3月18日

①軌道再突入実験機「りゅうせい」OREX②H-Ⅱロケット試験機1号機F③1994年2月4日

①放送衛星3号「ゆり3号-b」BS-3b②H-Iロケット8号機③1991年8月25日

①技術試験衛星V型「きく5号」ETS-V②H-Iロケット試験機2号機③1987年8月27日

①ハレー彗星探査機「すいせい」PLANET-A②M-3SⅡロケット2号機③1985年8月19日

①X線天文衛星「はくちょう」CORSA-b②M-3Cロケット4号機③1979年2月21日

①技術試験衛星Ⅱ型「きく2号」ETS-Ⅱ②N-Iロケット3号機③1977年2月23日

①試験衛星「たんせい」MS-T1②M-4Sロケット2号機③1971年2月16日

①小型実証衛星1型 SDS-1②H-ⅡAロケット15号機③2009年1月23日

①小型科学衛星「れいめい」INDEX②ドニエプルロケット③2005年8月24日

①民生部品・コンポーネント実証衛星「つばさ」MDS-1②H-ⅡAロケット試験機2号機③2002年2月4日

①極超音速飛行実験機「HYFLEX」②J-1ロケット試験機1号機③1996年2月12日

①H-Ⅱロケット性能確認用ペイロード「みょうじょう」VEP②H-Ⅱロケット試験機1号機③1994年2月4日

①太陽観測衛星「ようこう」SOLAR-A②M-3SⅡロケット6号機③1991年8月30日

①通信衛星3号「さくら3号-a」CS-3a②H-Iロケット3号機③1988年2月19日

①試験衛星「たんせい4号」MS-T4②M-3Sロケット1号機③1980年2月17日

①静止気象衛星「ひまわり」GMS②デルタ2914型ロケット132号機③1977年7月14日

①科学衛星「しんせい」MS-F2②M-4Sロケット3号機③1971年9月28日

①「きぼう」日本実験棟②スペースシャトル③2009年7月19日完成

①陸域観測技術衛星「だいち」ALOS②H-ⅡAロケット8号機③2006年1月24日

①極軌道プラットホーム(EOS-PM1 Aqua)②デルタⅡロケット③2002年5月4日

①地球観測プラットフォーム技術衛星「みどり」ADEOS②H-Ⅱロケット4号機③1996年8月17日

①技術試験衛星Ⅵ型「きく6号」ETS-Ⅵ②H-Ⅱロケット試験機2号機③1994年8月28日

①地球資源衛星1号「ふよう1号」JERS-1②H-Iロケット9号機③1992年2月11日

①通信衛星3号「さくら3号-b」CS-3b②H-Iロケット4号機③1988年9月16日

①X線天文衛星「てんま」ASTRO-B②M-3Sロケット3号機③1983年2月20日

①実験用静止通信衛星「あやめ2号」ECS-b②N-Iロケット6号機③1980年2月22日

①実験用中容量静止通信衛星「さくら」CS②デルタ2914型ロケット137号機③1977年12月15日

①電波観測衛星「でんぱ」REXS②M-4Sロケット4号機③1972年8月19日

①宇宙ステーション補給機「こうのとり1号機」HTV②H-ⅡBロケット③2009年9月11日

①赤外線天文衛星「あかり」ASTRO-F②M-Vロケット8号機③2006年2月22日

①データ中継技術衛星「こだま」DRTS②H-ⅡAロケット3号機③2002年9月10日

①電波天文衛星「はるか」MUSES-B②M-Vロケット1号機③1997年2月12日

①回収型衛星「EXPRESS」②M-3SⅡロケット8号機③1995年1月15日

①磁気圏尾部観測衛星「ジオテイル」GEOTAIL②デルタⅡロケット③1992年7月24日

①磁気圏観測衛星「あけぼの」EXOS-D②M-3SⅡロケット4号機③1989年2月22日

①通信衛星2号「さくら2号-b」CS-2b②N-Ⅱロケット4号機③1983年8月6日

①技術試験衛星Ⅳ型「きく3号」ETS-Ⅳ②N-Ⅱロケット1号機③1981年2月11日

①オーロラ観測衛星「きょっこう」EXOS-A②M-3Hロケット2号機③1978年2月4日

①試験衛星「たんせい2号」MS-T2②M-3Cロケット1号機③1974年2月16日

①金星探査機「あかつき」PLANET-C②H-ⅡAロケット17号機③2010年5月21日

①太陽観測衛星「ひので」SOLAR-B②M-Vロケット7号機③2006年9月23日

①環境観測技術衛星「みどりⅡ」ADEOS-Ⅱ②H-ⅡAロケット4号機③2002年12月14日

①熱帯降雨観測衛星「TRMM」②H-Ⅱロケット6号機③1997年11月28日

①静止気象衛星4号「ひまわり4号」GMS-4②H-Iロケット5号機③1989年9月6日

①放送衛星2号「ゆり2号-b」BS-2b②N-Ⅱロケット8号機③1986年2月12日

①放送衛星2号「ゆり2号-a」BS-2a②N-Ⅱロケット5号機③1984年1月23日

①太陽観測衛星「ひのとり」ASTRO-A②M-3Sロケット2号機③1981年2月21日

①電離層観測衛星「うめ2号」ISS-b②N-Iロケット4号機③1978年2月16日

①超高層大気観測衛星「たいよう」SRATS②M-3Cロケット2号機③1975年2月24日

①小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」②H-ⅡAロケット17号機③2010年5月21日

①技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」ETS-Ⅷ②H-ⅡAロケット11号機③2006年12月18日

①小型実証衛星「マイクロラブサット1号機」μ-LabSat②H-ⅡAロケット4号機③2002年12月14日

①技術試験衛星Ⅶ型「きく7号」ETS-Ⅶ②H-Ⅱロケット6号機③1997年11月28日

①工学実験衛星「ひてん」MUSES-A②M-3SⅡ-5ロケット③1990年1月24日

①測地実験衛星「あじさい」EGS②H-Iロケット試験機1号機③1986年8月13日

①中層大気観測衛星「おおぞら」EXOS-C②M-3Sロケット4号機③1984年2月14日

①静止気象衛星2号「ひまわり2号」GMS-2②N-Ⅱロケット2号機③1981年8月11日

①実験用中型放送衛星「ゆり」BS②デルタ2914型ロケット140号機③1978年4月8日

①技術試験衛星I型「きく」ETS-I②N-Iロケット1号機③1975年9月9日

①準天頂衛星初号機「みちびき」②H-ⅡAロケット18号機③2010年9月11日

①月周回衛星「かぐや」SELENE②H-ⅡAロケット13号機③2007年9月14日

①小惑星探査機「はやぶさ」MUSES-C②M-Vロケット5号機③2003年5月9日

①通信放送技術衛星「かけはし」COMETS②H-Ⅱロケット5号機③1998年2月21日

①海洋観測衛星「もも1号-b」MOS-1b②H-Iロケット8号機③1990年2月7日

①X線天文衛星「ぎんが」ASTRO-C②M-3SⅡロケット3号機③1987年2月5日

①静止気象衛星3号「ひまわり3号」GMS-3②N-Ⅱロケット6号機③1984年8月3日

①技術試験衛星Ⅲ型「きく4号」ETS-Ⅲ②N-Iロケット7号機③1982年9月3日

①磁気圏観測衛星「じきけん」EXOS-B②M-3Hロケット3号機③1978年9月16日

①電離層観測衛星「うめ」ISS②N-Iロケット2号機③1976年2月29日

カーゴベイに「きぼう」のモジュールが搭載された長谷川さん製作のスペースシャトル模型と、その前に並ぶ、私が国立天文台時代から手がけてきた光学望遠鏡や電波望遠鏡のペーパークラフト

宇宙広報レポート
スペシャル対談・前編

「手づくり模型」が伝える力

決して洗練されているとは言い難い。しかし、細部まで作り込まれたスペースシャトルの3機の模型には、手作りの素朴さとともに何やら気迫のようなものが満ちている。天覧にも供されたというこの模型を作った長谷川義幸執行役に、なぜ作ったのか、どうしてここまで作り込んだのかを阪本が聞いてみました。

小学生時代の鉄道模型が原点

阪本　長谷川さん、そもそも宇宙を意識しだしたのは？

長谷川　1957年の「スプートニク」ですね。50年生まれだから覚えてますよ。その後の周回衛星の「エコー」などは、朝刊に「夕方何時ごろ、この方角に見えますよ」と予告が出る。で、銭湯帰りとかに夕焼け空で光っているのをみんなで見るんです。お母さんたちが雑談してる脇で、勝手に遊びながらね。そのうちに月探査衛星が撮った月面の白黒写真も新聞に出たりするようになり、新聞のスクラップを始めましたね。

阪本　模型作りは？

長谷川　やっぱり小学校のころですね。線路の幅16・5㎜のHOゲージという鉄道模型が流行りましたが、金属の台車の上に、紙の車体を載せるものもあったんです。設計図が本になっていて、白ボール紙（厚紙）を切って作るんですね。ドアがちゃんと開いたりとか、かなり手の込んだものもありました。もちろん電車に乗るときも一番先頭車両に乗るような子どもだったから、小学校の高学年のころはけっこうやりましたね。

阪本　ずっと趣味として続いていたんですか？

長谷川　中断していましたが、JAXA（旧NASDA）に入り、追跡管制部で千葉の勝浦に現場修行に出たときに、比較的時間もとれたので再開しました。車両だけでなくホームを作ったり駅を作ったり――。

コロンビア事故を受けての総点検がきっかけ

阪本　それがシャトルの模型につながるんですか？

長谷川　まだだいぶ間があくんです。「のぞみ」やH―ⅡAのトラブルでJAXAは「総点検」をやることになった。当初国際宇宙ステーションのグループはその枠に入っていなかったが、2003年2月にコロンビア事故が起き、NASAで徹底的な原因究明が始まった。日本も当然、徹底した見直しをやるべきだとなった。試験方法や評価方法、他国のモジュールとの物理的・電気的なインターフェース、熱の問題、冷却の問題、サイズの問題、作業の手順の問題。あるいは1系統が壊れたらどうなり、もう1系統壊れたらどうなるか……。すべて洗い出し、外部の有識者の方にも加わってもらってレビューをすることになったんです。

で、それぞれの担当メンバーとやり取りして準備していったわけですが、みんな最初、2次元の図面を持ってくる。それで部門ごとにプレゼンテーションをやるが、配線図や構造図や機構図をもとに説明しても、担当が違うと何の話をしているのかさっぱり分からない。電源、通信、流体……。とにかくすべての部門をやったが、要するに「指摘しようにも担当部以外は分からない」とみんなが言い始めたんです。

阪本　まずいですね。

長谷川　レビュー以前の問題です。で、図面でダメなら写真を出そう、写真でも分かりにくいならアニメーションを出そうとなった。

阪本　なるほど、2次元から2・5次元に……。

理解されないと先に進めない

長谷川　そこで、これ（模型）が始まったんです。いずれこの内容はマスコミに対しても政府に対してもきちんと説明しなければならないから、ということで、まずはわれわれが関係するシャトルのカーゴベイのところだけ作ったんです。

2008年3月のSTS-123 1J/Aミッションの模型と、カーゴベイを開きISSに接近するスペースシャトル・エンデバー号（右©JAXA/NASA）。貨物スペースの中央に「デクスター」、尾部に「きぼう」日本実験棟船内保管室、右舷側にOBSS（センサ付き検査用延長ブーム）が搭載されている

阪本　理解してもらえないと、先に進めないわけですからね。で、「きぼう」の入る部分だけを？

長谷川　ええ。その中に本当に入るんだよね、ということを確認したわけです。クリアランス（隙間）は1インチ前後なんですが、与圧しているので真空の宇宙に行ったら膨らみますよね。温度の上下もある。「きぼう」の最初のモジュールのときは、カナダのロボットアーム「デクスター」や、若田宇宙飛行士が開発に関わったロボットアームの延長ブームも一緒に搭載されることになっていた。

宇宙飛行士が船外活動をしてカ

長谷川さん製作
ペーパークラフト

「きぼう」の船外実験プラットフォームを輸送したSTS-127 2J/Aミッションの模型。日本のものはもちろん、NASAのモジュールも精緻に作り込まれている

阪本製作
ペーパークラフト

チリのアタカマ高地に建設中の巨大電波望遠鏡である「アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）」のアンテナの1台と、小惑星探査機「はやぶさ」

バーをはずしたりケーブルを接続したりもする。そういう作業がスムーズに行えるのがどうか、作業手順に問題はないか。本当に引っかからないのか……。

阪本 打ち上げのだいぶ以前から？

長谷川 もちろん1年以上前から運用の準備や訓練をやりますよ。EVA担当、ロボットアーム担当、ヒーターの担当、電源の担当……。たくさんの関係者が関わるので、ミッションを把握するための共通の基盤が必要なんです。それで作り始めた。ここまで作り込むつもりはなかったんですが（笑い）。

みんなプレゼンがうまくなった

阪本 自分から「やるぞ」と言い出した？

長谷川 誰もやりそうにないから、「私が（模型を）作って持ってくるから、それで説明しよう」と。

阪本 ここまで細かいものができ上がってくるとは思ってなかったでしょうね（笑い）。レゴブロックなども相当使われてますね。

長谷川 うちの子どもの使わなくなったのが物置にたくさんあったので（笑い）。さらに鉄道模型の細かいパーツもたくさん使っていますよ。

長谷川義幸
HASEGAWA Yoshiyuki
宇宙航空研究開発機構
執行役

阪本成一
SAKAMOTO Seiichi
宇宙科学研究所教授
宇宙科学広報・普及主幹

阪本 いつ作るんですか。やっぱり夜中？

長谷川 仕事中にはやってる暇がないですからね。家に帰って風呂に入るでしょ。そこで「あいつが言ってたあの話は、図面はもらっているけど、よく分からないなぁ……」とか思い出すわけです。そこから作り始めてしまう。

阪本 やっぱりどうしてもそうなっちゃいますよね。最初に見せたときのチームの反応は？

長谷川 最初は嫌がってましたね、慣れてないから。でもこれでプレゼンテーションをするようになって、みなプレゼンがうまくなっていったと思います。説明者本人しか分かっていないような細かい話も、ミッションにはたくさんある。ロボットアームはロボットアーム担当、電源は電源、船外プラットフォームは船外プラットフォーム、その中でも機械系や電気系にわかれている。それぞれ自分のところは分かっているんだけど、じゃあ全体は誰がまとめてるんだということですよ。そしてこれを見ながらだと、回を重ねていくごとにちゃんとそこに立ち戻れるようになってきた。全体のシーケンスの中で、いろいろな機器がある中で、自分の担当している部分の位置づけがどうなんだ、ということがね。

阪本 それはすごい効用ですね。

「子どもだまし」は許せない

長谷川 阪本さんのきっかけは？

阪本 広報・普及活動の一環ですね。国立天文台にいたとき、野辺山（高性能の電波望遠鏡を有する施設）の一般公開があるので、ペーパークラフトを作って下さいという依頼があった。依頼してきた人は、紙を丸めて円錐を作って組み合わせれば……、という程度で軽く考えていたかもしれないが、ぼくはそんな子供だましは許せない（笑い）。

どうせやるなら構造を忠実に反映し、作っているぼくたちがどこで苦労しているのか、うんちくを語りたいじゃないですか。

長谷川 なるほどね。

阪本 JAXAに来てから作った探査機や衛星のペーパークラフトでも、キーになりそうな部品、たとえば「はやぶさ」のターゲットマーカーとか中和器など、どんな小さなものも入っているんです。

長谷川 やっぱり設計は夜中に？

阪本 やり始めると寝られない。どうしてもそうなっちゃいますよね。

（つづく）

写真左から古市洋輔さん、畠山太一さん、小野社長、岩崎泰洋さん。若手への技術の継承は着々と進んでいる

誰もが名前を知っているような大企業だけが、
ロケットや人工衛星を作っているのではありません。
もちろんプライムコントラクター（主契約者）となるのはそうした大企業である場合が
ほとんどですが、現実のモノ作りは関連会社や協力工場、
あるいは素材メーカーなどとの密接な協力のもとに進められています。
そして、宇宙用機器だからといって、製造の現場はＳＦに出てくるような
未来的な工場というわけでもありません。あなたの町にもあるような普通の町工場で、
宇宙へのチャレンジが続いていたりするのです。今回の特集では運用中の宇宙機、
金星探査機「あかつき」、小型ソーラー電力セイル実証機「イカロス」、
宇宙ステーション補給機「HTV（こうのとり）」に関わった３社を訪ねてみました。
日本を支えるモノ作りの力が、
宇宙開発も支えているのです。

宇宙に飛び出す メイド・イン・ジャパン

「情熱と知識の提供は無料！」とうたう先端研究者たちのサポーター

3 株式会社 **小野電機製作所**（東京・品川）

両編成の電車がのどかに走る東急池上線の戸越銀座駅と大崎広小路駅の中程あたり。小野電機製作所が本社を構える品川区平塚界隈は、古くからの町工場と住宅が混在するエリア。そんな場所で創業70年余の歴史を刻んできた同社は、半導体製造装置・ロボット・宇宙機器関連部品などを柱として、高度な技術を求められる部品の加工や研究・実験機器の設計・制御を手がける、従業員20名あまりのこぢんまりした会社です。

「大手企業にない小回りやレスポンスの良さが売りですね。ちょっとした設計変更なら、お客さんが打ち合わせにいらしたその場でこなしてしまいますから」（小野芙未彦社長）

同社はイカロスのミッションの成否を握る、膜の展開機構の試作品やフライト品の一部部品、分離カメラの部品製作、膜巻き機などの製作で大きな力を貸してくれました。イカロスデモンストレーシ

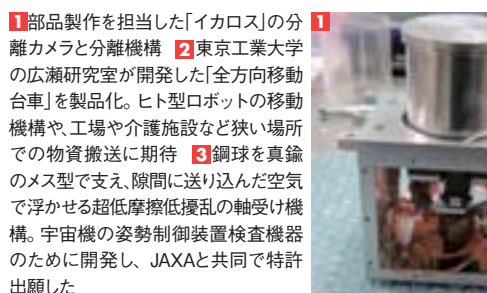
ョンチームの澤田弘崇開発員はこう語ります。

「小野電機さんは小回りが利くのはもちろん、工作機械の種類によっては自社で対応できない注文でも、引き受けてくれる会社を真剣に探してくれたりと、ほんとうに助かっています。イカロスでもたいへんお世話になりました」

工場では使い込まれた旋盤やフライス盤などのほか、最新の5軸マシニングセンタ、複合旋盤、3次元座標測定器なども稼働中でした。

取引先リストには大学の研究室が並び、小型衛星のベンチャー企業なども見受けられます。決して予算が潤沢ではないそうした取引先にはコストダウンのノウハウも惜しみなく提供し、研究者たちのアイデアを形にして世に送り出す「助産師」役をつとめてきました。同社が技術に秀でた金属加工業者であるのはもちろんですが、ロボットや宇宙機器など日本の先端研究を応援するサポーター的存在でもあるようです。

製作を担当した「イカロス」のセイル展開機構確認モデル（右写真のシルバーの部品）と、セイル展開機構フライトモデルの一部の部品（右写真の黒の部品）

1部品製作を担当した「イカロス」の分離カメラと分離機構　2東京工業大学の広瀬研究室が開発した「全方向移動台車」を製品化。ヒト型ロボットの移動機構や、工場や介護施設など狭い場所での物資搬送に期待　3鋼球を真鍮のメス型で支え、隙間に送り込んだ空気で浮かせる超低摩擦低擾乱の軸受け機構。宇宙機の姿勢制御装置検査機器のために開発し、JAXAと共同で特許出願した

設計も組み立ても1人でこなすフリーランスの宇宙機器エンジニア

株式会社 馬越（神奈川・相模原）

同社の社員は実質1名。営業も設計も製作も検査も、税や厚生年金の計算も、代表取締役である馬越宏太さんが1人でこなしています。東京大学の物理工学科を卒業後、東芝に入社、宇宙機器部門で地球観測衛星「みどり」のセンサ回路や、小惑星探査機「はやぶさ」のスタートラッカ（恒星を撮ることで宇宙機の姿勢を知るための機器）に関わった馬越さんは、2001年NEC東芝スペースシステムの設立を機に、「組織の一員では、できなかったことをやってみよう」と独立しました。

幸運なことに早々から馬越さんのアイデアが宇宙で実を結びます。当時、宇宙科学研究所（宇宙研）では衛星搭載機器の高機能化・軽量・低消費電力化を目指す研究（STRAIGHT）で星姿勢センサのバッフルの小型化をテーマに取り上げ、その表面処理の研究・開発活動が長年にわたって行われていました。馬越さんの提案した光沢黒色表面を用いた新型のバッフルのアイデアや小型太陽センサが、このSTRAIGHTの狙いに合致、テーマに取り上げられました。また後者の成果をベースに開発を進めた小型太陽センサ（MSS）は、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」のサブペイロードとして打ち上げられた小型実証衛星1型「SDS－1」に搭載されました。このセンサは、細い十字のスリットからの光をC－MOS撮像素子の受光面に導いて太陽の方向を算出する、小型でインテリジェントな新型太陽センサです。光学設計、筐体設計、回路設計はもちろん、画像を処理するFPGA（プログラム可能な集積回路）の論理回路やソフトウェアの設計も馬越さん自身の手によるものです。

「1人でやっていけるかもしれないなと思ったのは、IT技術の追い風もありますね。昔は高価な専用コンピュータが必要だった回路設計やFPGA開発ツールも普通のパソコンで動かせますし、部品の仕様を調べたり、金属加工や表面処理の業者さんを探したりするのにも、インターネットの助けを借りることができますから」

そして、金星探査機「あかつき」搭載の赤外線カメラ（IR1、IR2）にも、馬越さんの手による遮光バッフルが装備されています。これらは前出のSTRAIGHTで星姿勢センサ用に開発した新型バッフルの研究成果を活用したもので、太陽光の妨害を抑えることで品質のよい観測画像が得られ、その小型化は、軽量化だけでなく探査機の熱設計の負担軽減にも寄与しています。臼田宇宙空間観測所に新設された大型暗室で宇宙研職員とともに試験を繰り返す一方、散乱光を減らすため、部品のエッジを刃物のように磨き上げる作業も、自ら行ったそうです。

ここまで何でも1人でやってしまうエンジニアは、分業化・専門化が進んだ現代工業社会では非常に希有な存在です。「面白い仕事にどんどん取り組みたい」という馬越さんのようなスーパーエンジニアが活躍できている宇宙機器業界は、腕とアイデアに覚えのある人たちの新規参入を多いに期待しています。

1「子供のころ、マイコンのトレーニングキットを触っていたので、機械語（CPUへの命令コードを直接記すプログラム言語）にも抵抗はありませんでした」と笑う馬越宏太さん　2自社作業用のクリーンブース。卓上にはデジタルオシロスコープ（左）とレンズ検査装置（右）（馬越さん提供写真）

「あかつき」に搭載された赤外線カメラIR1（左）と構造イラスト（右）。太陽の強い光を遮りつつ、可視光では見えない低高度の雲や微量ガスの分布を映像化する

1左から浅見営業技術部長、塚本社長、斉藤製造部長、箕輪機械組立課長　2～4同社が担当したHTV内で物資を固定するストラップと金具。細かな部品の脱落は厳禁。ベクトラン製のベルトは縫い目の数まで管理されている。製造記録の書類の束（5）が、その厳しさを物語る

製造現場の背骨「マテハン」に強み宇宙への物資輸送にも貢献

常陽機械 株式会社（埼玉・川越）

コンビニ弁当のそうめんや蕎麦には、麺同士がくっつかないよう大豆系の油が薄くまぶされており、従来これはパートさんたちの手仕事だったそうです。それを自動化したのが同社の「麺ほぐし液塗布装置JFM1－10D」。コンビニ最大手への納入業者を手始めに、現在は全国展開の途上といいます。あるいは家電や電子機器に不可欠の電子基板。配線パターンをUV光により焼付けをするため、基盤の表裏を正確に位置合わせして同時露光する「KJ610シリーズ」も自慢の製品といいますし、さらには髪の毛ほどのワイヤーにレーザー光を照射、温度上昇を赤外線で計測し、ワイヤー接合の信頼性を検証する「非接触マイクロ接合評価装置JMT－8100」という特許技術を生かした製品も引き合いが多いとか。さらには、電気自動車やハイブリッドカー人気で、バッテリーの試験装置の需要も急増しているそうです。

「製造現場での悩みを相談されると、それを解決する機械をつい作っちゃうんです。最近ではラーメン店向けに《どんぶり加温器》なんてのも作ってしまいました。店主さんの反応、いいですよ」（塚本稔社長）

1社で産業見本市が開けてしまうほど幅広い分野の機器開発が、苗木の産地としても知られる川越の田園地帯の一角で続けられています。

同社の競争力の源はマテハン、すなわちマテリアルハンドリング（物資の搬送）と呼ばれる一連のシステム技術の確かな蓄積にあるようです。考えてみれば製造ラインとは、原材料や仕掛かり品を次の工程に運び、完成品を送り出す仕組みのこと。そうした基礎力があるから、どんな悩みにも「つい応えてしまう」のでしょう。

そして同社が手がけた宇宙機器とは、HTV内で輸送物資を固定するためのストラップと金具。IHIエアロスペースからの依頼でした。

「モノ作りそのものはそんなに難しくありません」（塚本社長）とはいうものの、所定の安全基準をクリアしていることを確認・証明するために必要な書類を整えるのが大仕事だったといいます。「バネやワッシャーやクリップのような細かな部品が外れて宇宙空間で浮遊するのが最悪の事態。そうならないために設計・製造・検査のすべての段階での確認を経ていますし、治具などにも独自の工夫を加えました。もちろん素材となる金属もミルシート（成分組成まで記載された品質保証書）つきで管理しています」（斉藤嘉彦製造部長）

マテハンの行く先を宇宙にまで拡大した今回の仕事に、誇りをもって取り組むことができたという塚本社長。「儲かる仕事ではなかったが」と笑いながら付け加えることも忘れませんでした。

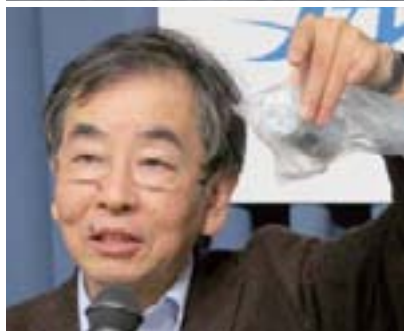
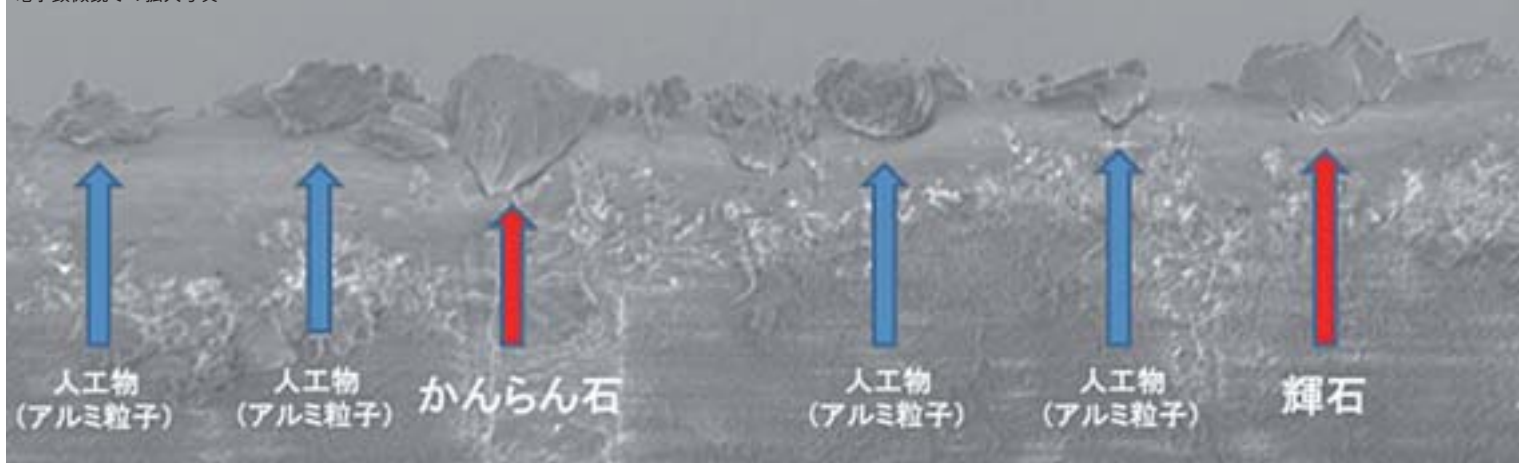
IHIエアロスペースが製作した東北大の吉田和哉教授（宇宙探査工学。本誌018号で登場）の災害救助ロボット（写真左）に関わり、その縁で今回のストラップの依頼を受けた。塚本社長が説明しているのは、ゴマ粒ほどのチップコンデンサをキャリアテープに装填する装置

INFORMATION 1

微粒子は、小惑星イトカワ由来と判明

JAXAは、小惑星探査機「はやぶさ」の帰還カプセルに収められていた、サンプルコンテナ内の多数の微粒子が、イトカワ由来のものであることが判明したという発表を11月16日に行いました。国内外のメディアは世界初の成果であるこのニュースを大きく報道しました。コンテナから注意深く採取された微粒子は、まずSEM（走査型電子顕微鏡）により岩石質と同定。さらに詳細な検討により、その成分比率は隕石の特徴と一致し、地球上の岩石とはかけ離れていることが分かりました。またサンプルコンテナ内には、地球上のものと思われる微粒子は存在しませんでした。これらのことから、微粒子はほぼ全てが地球外物質であり、小惑星イトカワ由来であると判断するに至ったものです。JAXAでは、サンプルの分析を進めるとともに、微細な試料を効率良く扱うための手法や機器開発にも取り組んでいます。

電子顕微鏡での拡大写真

人工物（アルミ粒子）　人工物（アルミ粒子）　かんらん石　人工物（アルミ粒子）　人工物（アルミ粒子）　輝石

分析チームの責任者を務める宇宙科学研究所の藤村彰夫教授

電子顕微鏡写真を示す、ヘラを使ってサンプルをすくい取った東北大学の中村智樹准教授

「感慨無量。苦労が報われよかったなと心から思う」と語る川口淳一郎プロジェクトマネージャー

INFORMATION 2

愛称「こうのとり」1月20日に国際宇宙ステーションへ

宇宙ステーション補給機（HTV）の愛称が「こうのとり」に決定しました。17,236件もの応募をいただき、その中から、大切なもの（赤ん坊、幸せ）を運ぶ鳥としてのイメージが、国際宇宙ステーション（ISS）に重要な物資を運ぶミッション内容を的確に表していることから選ばれました。「こうのとり2号機」はH-IIBロケット2号機に搭載され、2011年1月20日（木）15時29分ごろ（日本時間）に打ち上げられる予定です。プロジェクト関係者のコラムや関連情報は「こうのとり2号機/H-IIBロケット2号機特設サイト」で随時更新していきますのでぜひご覧ください。
http://www.jaxa.jp/countdown/h2bf2/

INFORMATION 3

野口・山崎両宇宙飛行士秋の園遊会出席

天皇、皇后両陛下主催の秋の園遊会が10月28日、東京・元赤坂の赤坂御苑で開かれ、野口聡一宇宙飛行士、山崎直子宇宙飛行士が出席しました。山崎宇宙飛行士は、「日本の皆さまに支えられてミッションを成功させることができ、本当にうれしく思っております」と笑顔で報告しました。

写真提供：宮内庁

INFORMATION 4

ラムサール条約事務局と「だいち」を利用した湿地の調査に関する協力協定を締結

JAXAは、陸域観測技術衛星「だいち」のデータを利用した、国際的に重要な湿地調査の協力に関する協定を、ラムサール条約事務局と締結しました。本協定への署名は、10月11日から29日まで名古屋で開催された、生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）のサイドイベント「生物多様性条約の施行におけるラムサール条約の役割」において、JAXA立川理事長と条約事務局デビッドソン局次長、谷博之参議院議員（ラムサール条約湿地を増やす議員の会事務局長）他出席のもと、行われました。JAXAではこれまで、ラムサール条約の下での湿地調査に役立てるため、「だいち」画像を試行的に条約事務局に提供してきました。本協定の締結後、国際的に重要な湿地に関する「だいち」画像を事務局と協議して選択し、画像を継続的に事務局に提供するとともに、「だいち」画像をデータベース化して公開する予定です。一方、条約事務局は、湿地の適正な利用のため、提供された「だいち」画像を、湿地リストの作成や湿地の評価及び保全などに役立てる予定です。

左から、ラムサール条約事務局デビッドソン局次長、谷博之参議院議員、JAXA立川理事長

INFORMATION 5

第61回

国際宇宙会議（IAC）プラハ大会開催

9月27日から10月1日の5日間、チェコ共和国のプラハで第61回国際宇宙会議（IAC）が開催されました。IACは世界の宇宙機関や企業、大学等の関係者が参加し、宇宙開発計画、学術研究成果の発表を行う世界最大の宇宙関連会議です。今回は約3100人が参加しました。開会式では、フォイエルバッハ国際宇宙航行連盟（IAF）会長が「はやぶさ」の帰還を2010年第一の宇宙開発の成果として紹介し、同様に「イカロス」の成果についても言及しました。また、初日の宇宙機関長（HOA）パネルディスカッションに立川理事長が参加し、「あかつき」や「みちびき」の打ち上げ成功など、JAXAの活動成果を報告しました。JAXAの展示ブースでは、日本の惑星探査をテーマに「はやぶさ」と「イカロス」の模型や「あかつき」のパネルを展示し、あわせて、産業連携センターの活動についても国内の航空宇宙機器産業界の協力も得て、展示及び問い合わせ、ビジネス相談を行いました。「はやぶさ」カプセルの帰還ビデオ上映が好評で、連日多くの来場者でにぎわいました。

会期中約1500人の来訪者があったJAXAブース

宇宙機関長のパネルディスカッションに参加した立川理事長

INFORMATION 6

「空の日・宇宙の日」イベント開催

9月23日、調布航空宇宙センターで「空の日・宇宙の日」イベントが開催され、絵画コンクールや模型飛行機の工作教室が行われました。絵画コンクールでは「100年後こんな飛行機のりたいな」をテーマに177点の応募があり、入賞者には賞状と記念品が贈られました。工作教室では、参加した小学生たちが「飛行機の飛ぶ仕組み」について研究者の話を聞いたり、模型飛行機の工作に挑戦。完成した飛行機を飛ばすと、会場は子供たちの歓声に包まれました。

▶最優秀賞
「風で飛ぶ飛行機」
大城貴文さん
（御室小学校4年生）

次号No.036発行は12月28日を予定しています。

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.035

発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー

2010年12月1日発行

Twitter

JAXAを「フォロー」してください！

JAXA公式ツイッター
http://twitter.com/JAXA_jp

JAXAウェブサイトでは2010年1月からサイトの更新情報（新着情報）を「ツイッター」でも発信しています。「小鳥のさえずり」を意味するインターネット上の無料サービスで、簡易ブログなどとも呼ばれます。ブログとの違いは一度に書き込める文字数の上限が140文字である点。ところがこの制限が逆に、携帯電話やスマートフォンを使っての同時性の高いアクセスを容易にし、他のサービスとの連携も促しました。写真を同時に送る仕組みもその1つ。野口宇宙飛行士の長期滞在ミッションで撮影された美しい地球の写真の数々も、ツイッターの仕組みを利用し、宇宙からリアルタイムで送られたものでした。

Twitter.comにアクセスし、メールアドレスと名前を登録してアカウントを取得すると、ツイッターならではの機能が使えるようになります。そのひとつが「フォロー」。気に入ったアカウントをフォローすることで、それらのアカウントから発信された情報が継続的に流れ込んでくるようになります。

JAXAWebサイトの新着情報をお伝えするのは日本語版（@JAXA_jp）と英語版（@JAXA_en）のふたつのアカウント。6月の地球帰還を盛り上げたはやぶさ君（@Hayabusa_JAXA）のおかげで、イカロス君（@ikaroskun）、あかつき君（@Akatsuki_JAXA）、みちびきさん（@QZSS）などもフォロワーを増やし、それらが人格を持って会話する「宇宙機擬人化ツイート」という新ジャンルまで生まれました（イカロス君は、Web広告の業界から賞までいただいてしまっています）。

有用な情報のありかを楽しく短く伝えてくれる「ツイッター」。忙しい現代人のライフスタイルに合致しているから人気なのかどうかは分かりませんが、まだの方はぜひお試しになってみてください。

News

JAXA i閉館のお知らせ

2010年12月末日をもってJAXAiを閉館いたします。2004年9月14日にJAXAの情報発信拠点として開館して以来、2010年10月末までにのべ116万人以上の方にご来場いただきました。誠にありがとうございました。

これまでJAXAiで実施してきたマンスリートークショーやパブリックビューイングは、場所を変えて引き続き実施いたします。それらの案内やイベント情報、また最新のJAXAプロジェクトの解説などはJAXA公開ホームページに掲載していきます。機関誌JAXA'sやパンフレット類は、JAXA広報部にお問い合わせください。

最後に、ご来場いただきました多くの方々、ご支援いただきました方々に、あらためてお礼申し上げます。

館内に入りきれないほど人々が集まった、9月11日の準天頂衛星初号機「みちびき」打ち上げパブリックビューイング

●お問い合わせ先：JAXA広報部
TEL.03-6266-6400
FAX.03-6266-6910
E-mail　proffice@jaxa.jp

8月に開催された「はやぶさ」カプセル展示イベントにて。メッセージボードには、「はやぶさ」の快挙に子供からお年寄りまで多くの寄せ書きが（撮影：山根一眞）

広報部　〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング3階
TEL:03-6266-6400　FAX:03-6266-6910
JAXAウェブサイト　http://www.jaxa.jp/
メールサービス　http://www.jaxa.jp/pr/mail/